

AZ INTERFERENCIA ÉS A KÖZPONTI VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓINAK VIZSGÁLATA

FRONTÁLIS SÉRÜLTEK ÉS EGÉSZSÉGES SZEMÉLYEK ESETÉBEN

Albu Mónika & Szabó Tünde

BBTE, Pszichológia és Neveléstudományok Kar, III. évf.

e-mail: albumoni@hotmail.com

szabo_tunde@hotmail.com

In the last few years in the research of the memory models Baddley's work memory was the most questioned concept. This model has three components, which realize the short term retaining and manipulating of the information.

The Central Executive, who is keeping the attentional control, accomplishes the function of the two subsystems. The neuropsychological dates are proving that for this execution the frontal lobe is the base.

The goal of this research is pointing out, that the interference improving from the Stroop-test is connected to the improving of efficacy of the executive functions.

This effect is the most obvious at the frontal lobe damaged persons, but it can be found in the healthy person's too.

Keywords: working memory, Central Executive, Phonological Loop, Visuo-Spatial Sketch Pad, frontal lobe – frontal syndrome, executive functions, interference.

Jelen dolgozatban azokat a háttér folyamatokat próbáltuk megvizsgálni melyek a frontális lebeny sérültek és az egészséges személyek teljesítménybeli különbsége mögött húzódnak meg, különös hangsúlyt fektetve a kontrollképességre. A szakirodalom és a témához kapcsolódó kutatások a Központi Végrehajtó működésében kimutatható zavarnak tulajdonítják az általunk alkalmazott próbákban – Stroop és Wisconsin próba – mért alacsony teljesítményt, mely nagyobb mértékben jelenik meg frontális sérülteknél. A frontális sérülteknél károsodik a kontrollképesség, mely a problémamegoldás során stratégiaváltási nehézségekben és az irreleváns ingerek kisebb mértékű gátlásában nyilvánul meg, valamint ezzel magyarázható a magasabb interferenciahatás is. PET-tel és MRI-vel végzett vizsgálatokkal kimutatták, hogy nagyobb aktiváció figyelhető meg a frontális lebenyben a Központi Végrehajtó működését igénylő feladatok esetében.

A Központi Végrehajtó Baddeley (1974) elmélete szerint a munkamemória olyan összetevőjét képezi a Téri Vizuális Vázlattömb és a Fonológiai Hurok mellett, mely a kontrollfolyamatok kiválasztásáért és működtetéséért, valamint az információk integrációjáért felelős. Feltételezhetően ez az összetevő felelős az interferenciahatás nagyságáért és a stratégia-kiválasztási folyamatokért is.

A dolgozat elméleti részében a munkamemória három összetevőjére, a frontális lebeny funkcióira és azok mérésére, valamint a gátlás és az interferenciahatás körvonalazására térünk ki.

A kutatás célja annak vizsgálata, hogy az interferencia hogyan függ össze a végrehajtó funkciókkal egészséges és frontális sérült személyek esetében.

A MUNKAMEMÓRIA

A múlt században az egyik legtöbbet tanulmányozott téma az emlékezés volt, mely több folyamat működésén alapszik. Ezeknek a folyamatoknak a vizsgálata és a közöttük levő kapcsolatok felderítése a jelenkori memóriakutatás egyik elsődleges célja. Az ötvenes években Hebb már feltételezte a rövid és hosszú távú memória létét, majd ezt később Atkinson és Schiffrin (1968) továbbfejlesztették amit később Atkinson és Schiffrin (1968) gondoltak tovább. Szerintük a környezetből jövő információ áthalad egy sor szenzoros táron, eljut a korlátozott kapacitású rövid távú memóriába, ahonnan ismételtetés révén átiróldhat a hosszú távú memóriába. Később kísérleti és neuropszichológiai bizonyítékokat hoztak fel, melyek felhasználásával Baddeley és Hitch (1974) továbbfejlesztették ezt a modellt, több kísérletben is kimutatva, hogy a rövid távú emlékezeti teljesítmény nem omlik össze kettős feladatok végzésekor. Ezt olyan személyekről készült neuropszichológiai esettanulmányok is alátámasztják, akik annak ellenére, hogy súlyosan károsodott a rövid távú memóriájuk, képesek voltak a hosszú távú tanulásra (Shallice & Warrington, 1970). Baddeley és Hitch szerint az RTM olyan korlátozott kapacitású munkamemóriaként (MM) fogható fel, mely az információ megtartására és átalakítására

szolgál és integrált része az emberi memóriarendszernek. A MM két szempontból különbözik az RTM-től: nem egy egységes modul, hanem alrendszerekből tevődik össze, illetve kiemeli az emlékezet

funkcionális szerepét más kognitív feladatokban, mint például a tanulás, következtetés, beszédmegértés.

A modell három összetevőre bontja a MM-t (1. ábra).



1. ábra: Baddeley és Hitch (1974) munkamemória modellje

A rendszer ellenőrző központját alkotó Központi Végrehajtó (KV) korlátozott feldolgozási kapacitással rendelkezik, szerepe a kontrollfolyamatok kiválasztása és működtetése, illetve az információk integrációja. A tárolást két modalitás-specifikus alrendszer biztosítja: az Artikulációs vagy Fonológiai Hurok (FH) szubvokális ismételtetés segítségével a verbális anyag megtartásáért felel, míg a Tér Vizuális Vázlattömb (TVV) a téri információk megőrzéséért felelős.

A munkamemória kérdésének megközelítése nagy változásokon ment át az utóbbi 30 évben, és számos alternatív modell létezik Baddeley modellje mellett. Ilyen például Kintsch és munkatársainak (1998) felfogása. Szerintük a munkamemória a hosszú távú információk aktivált része, a kapacitás korlátozottságát pedig a hatékony kódolással és előhívással kapcsolatos készségek hiányával magyarázzák. Egy másik megközelítés a konnekcionista feldolgozás modellje (Schneider, 1993), mely szerint különböző modulok dolgozzák fel az információkat és van egy kontrollrendszer, amely a rendszerek közötti kölcsönhatást vezérli.

A munkamemóriának több modelljét is kidolgozták, melyek különböző aspektusokat vesznek figyelembe: 3-4 itemre korlátozott megőrzés, akusztikus konfúzió, szekvenciális feldolgozás, az ismétlés természete, retroaktív és proaktív interferenciahatások stb.

A FONOLÓGIAI HUOK SZEREPE AZ EMLÉKEZÉSI FOLYAMATOKBAN

A Baddeley által kidolgozott munkamemória modell legtöbbet kutatott összetevője a Fonológiai Hurok (eredeti nevén Artikulációs Hurok), mely az akusztikus és beszédalapú információk időleges tároló rendszere. E funkciója abban nyilvánul meg, hogy az információkat néhány másodpercig memórianyomok formájában megőrzi.

A modellben a Fonológiai Hurok két összetevője különíthető el, egyrészt a fonológiai, másrészt az ar-

tikulációs tár, melyek feltételezhetően különálló rendszerként valósítják meg a tárolási és ismétlési funkciókat. A két funkció az emlékezési folyamatok terén oly módon kapcsolódik össze, hogy míg a fonológiai tár tartalma gyorsan elvész, addig az ismétlési komponens azáltal, hogy újraaktiválja a tároló komponens tartalmát, segíti az információ aktív tartását. A két tár különálló létezését bizonyítják azok a neuropszichológiai eredmények, melyek különálló agyi lokalizációt mutatnak ki. A Brocca terület akkor aktiválódik, amikor a feladat szubvokális ismétlést igényel, de ez az összetevő a bal agyfélteke egész bal területén található, a Brocca terület mellett a premotoros, és a szuplementáris motoros területet is beleértve, míg a bal agyfélteke hátsó parietális területe a tárolási komponens működéséért felel (Smith & Jonides, 1998).

A közvetlen emlékezés hatékonyságát nagymértékben befolyásolja az egyes feladatokban kimutatható fonológiai hasonlósági hatás, az artikulációs elnyomás és a szóhosszúsági hatás. A fonológiai hasonlóság arra vonatkozik, hogy a (fonológiai) hasonló mássalhangzókból álló szavak memorizálása esetén sokkal nagyobb a kimutatható hibázási arány. ERP vizsgálatokból arra a következtetésre jutottak, hogy a fonológiai hasonlóságot előidéző faktorok feltételezhetően különböző agyi rendszerekre hatnak és különböző kognitív elemeket vesznek igénybe (Martin-Loeches, Schweinberger & Sommer, 1997). Az artikulációs elnyomás azt jelzi, hogy a vizuális ingereknél eltűnik a fonológiai hasonlósági hatás, ha a szubvokális artikuláció akadályozva van. A szóhosszúsági hatás érvényesülése is kimutatott a közvetlen emlékezés terén, amennyiben a hosszabb szavak felidézése több időt vesz igénybe (Baddeley et al., 1975).

A Fonológiai Hurok megfelelő működése szükséges az új fonológiai anyag tanulásához, ami éppen úgy fontos szerepet játszik a gyermek beszédelsajátításában, mint a második nyelv megtanulásában, valamint a beszédmegértésben és az olvasás megtanulásában (Baddeley, 1992). A beszédmegértés

részleges eredmények megőrzését követeli, és mivel a kis munkamemóriakapacitással rendelkező személyek nem őriznek meg részleges információkat, náluk a párhuzamos stratégia alkalmazása megfelelőbb lehet (Casey, 1993).

A MUNKAMEMÓRIA TÉRI-VIZUÁLIS ÖSZSZETEVŐJE

A klasszikus munkamemória modellben a Téri-Vizuális Vázlattömb olyan önálló perifériás alrendszer, mely a téri és a vizuális ingerek megtartására és manipulálására alkalmas.

A Fonológiai és a Téri-Vizuális munkamemória összehasonlításakor éppen a köztük fennálló leglényegesebb különbség, a Központi Végrehajtóval való kapcsolatuk okoz nehézségeket. A téri-vizuális memóriefeladatok sokkal nagyobb mértékben veszik igénybe a Központi Végrehajtót, mint a verbális memóriefeladatok. Egy másik lényeges különbség – ami meggátolja, hogy teljes analógiát állítsunk fel közöttük – a két összetevő között az, hogy a téri-vizuális anyag esetében nincs világos kapcsolat az input és output reprezentációk között, míg a Fonológiai Hurok egyik jellemzője a direkt kapcsolat az artikulált hangok és a hallott hangok között (Wilson & Emmoray, 1997).

A Fonológiai Hurokhoz hasonlóan azonban a Téri-Vizuális Vázlattömb esetében is kimutatható egy tárolási és egy ismétlési komponens elkülönülése. Ennek alátámasztására bizonyos neuropszichológiai bizonyítékok hozhatóak fel, melyek szerint a hátsó parietális kortex és az elülső okcipitális kortex felelős a tárolási folyamatokért a Téri-Vizuális munkamemória esetén, míg a premotoros terület, valamint az alsó prefrontális rész az ismétlési komponens megfelelő működését szabályozza (Smith & Jonides, 1988). A komponensek elkülönítése főként azért nehéz, mert a Téri-Vizuális munkamemória feltételezhetően nem egységes rendszer, hanem annak két különböző, de egymáshoz erősen kapcsolódó eleme dolgozza fel a vizuális és a téri információt (Baddeley, 1992), minek következtében ez az összetevő nagyobb mértékben igénybe veszi a Központi Végrehajtót.

A munkamemória két alrendszere közötti kölcsönhatás egyrészt abban nyilvánul meg, hogy a verbális memória a vizuális képzelet használata által megerősíthető, másrészt abban, hogy az artikulációs folyamat átalakítja a képeket fonológiai kódokká, mely a süketnéma nyelv használatában mutatható ki leginkább, ami viszont arra enged következtetni, hogy a munkamemóriában kifejleszthető egy beszéd alapú ismétlési hurok téri-vizuális modalitásban (Wilson & Emmoray, 1997).

Washburn & Astern (1998) azt feltételezték, hogy a téri-vizuális anyag megőrzése megzavarható közbeeső feladatok által, de nem olyan mértékben,

hogy hozzáadódjon az interferenciahatáshoz (Gravan, 1998).

A KÖZPONTI VÉGREHAJTÓ ELSŐDLEGES SZEREPE A MUNKAMEMÓRIÁBAN

Baddeley modelljében a Központi Végrehajtó a munkamemória figyelmi kontrolljáért felel, valamint integrálja az egyre nagyobb számú perifériás rendszert, vagyis egy olyan korlátozott kapacitású rendszer, mely összeköttetést teremt a másik két alrendszer és a hosszú távú emlékezet között. Magát a fogalmat Norman és Shallice (1980) modelljének Ellenőrző Figyelmi Rendszeréből dolgozta ki, mely kontrollt gyakorol a modulárisan szerveződő sémák kiválasztásában (Shallice, 1993). A Központi Végrehajtó főként olyan feladatok elvégzése esetén lép működésbe, amikor szükségszerű a tervezés és döntés, a feladat nagy kockázattal jár, a megszokott cselekvési sémák már nem alkalmazhatóak, vagy a feladat újszerűsége miatt teljesen ismeretlennek hatnak, valamint olyan helyzeteken ahol lényeges a hibák korrekciója.

Annak ellenére, hogy lehetséges a Központi Végrehajtó egységes rendszerként való működése, a neuropszichológiai eseteknél megfigyelhető, végrehajtó funkciók zavarok változatossága és bonyolultsága több alrendszerre vagy legalábbis alfolyamatra enged következtetni. Több esetben megkérdőjelezték, hogy az egységes kontrollrendszer mögött egy sor párhuzamos folyamat, egy lehetséges végrehajtó „bizottság” működik.

Bunge, Klinberg, Jacobsen és Gabrieli (2000) kimutatták, hogy a végrehajtó munkamemória folyamatok elsődlegesen a frontális lebenyt aktiválják, de azon kívül igénybe veszik a parietális kortex, cerebellum és esetenként a striatum működését is. Ilyen bizonyítékokra alapozva feltételezhető, hogy a gátlási folyamatoknak is fontos szerepe van a munkamemóriában, mivel aktivációs szintet mutattak ki az itemfelismerési feladat során a bal prefrontális kortexben (Smith & Jonides, 1998). Azt is kimutatták, hogy amikor a munkamemória megterhelése túlhaladja a RTM kapacitását, működésbe lép a dorzális prefrontális kéreg is a stratégiai folyamatok közvetítése érdekében (Rypma & D'Esposito, 1999), mely központi szerepet játszhat az információ kódolásában magas terheltségű feladatok esetében, de nem feltétlenül van szerepe az információk megőrzésében.

Számos esetben kimutatták, hogy a Központi Végrehajtó szerepe leginkább a kettős feladatok kísérleti helyzetében mutatható ki leginkább. A kettős feladati teljesítmény aktiválja a frontális lebenyt, így a végrehajtó folyamatok a frontális lebenytől függenek, melyek a többszörös feladat-koordináció, figyelemmegosztás, valamint az interferencia kiküszöböléséért felelősek. Baddeley (1992) kimutatta, hogy kapcsolat van a kettős feladathelyzetben nyújt-

tott teljesítmény és a viselkedészavarok között, melynek egyik lehetséges magyarázata, hogy a két külön folyamat anatómiai lokalizációja megegyezik, vagy az, hogy a feladat-koordináció szükséges a szociális viselkedésben. Ha túlterheljük az emlékezeti rendszert, az a kontrollrendszerrel igényel további információkat.

Bármely munkamemória elmélet elfogadja a figyelem fontos szerepét a végrehajtó folyamatokban. A Központi Végrehajtó nem fogható fel munkafügylemként, mert lehet elsődlegesen figyelem jellegű, de az időleges tárolás lényeges jegye a munkamemória rendszernek, mint egésznek.

FRONTÁLIS LEBENY ÉS A MUNKAMEMÓRIA

Lurija szerint a frontális lebeny a legfiatalabb, a legbonyolultabb és legkevésbé tanulmányozott része az agykéregnek. Anatómiailag a legkomplexebb felépítésű agykérgi terület, körülbelül az emberi agykéreg egyharmadát teszi ki, különböző anatómiai egységei vannak, mindegyik változatos kapcsolatokkal kötődik az agykéreg többi részeihez és a szubkortikális területekhez. A frontális lebeny egy része, mely az elsődleges motoros kéreg előtt van, az emberi agy legfejlettebb része. Hozzá tartozik a Brocca terület is, a bal féltéke alsó frontális tekervényének a lábánál. A frontális kéregnek kölcsönös kapcsolata van a hátsó parietális és temporális kéreggel, valamint információkat kap azoktól a hátsó kortikális területektől, melyek részt vesznek a szomatoszenzoros, vizuális és hallási információk elemzésében és hosszú távú megőrzésében. Kapcsolatban van a hipotalamusszal és az amygdalával is, mely lehetővé teszi az érzelmi válaszok szabályozását. A prefrontális kortex felosztható dorzális, mediális és orbitofrontális területekre és kapcsolatban van a cinguláris tekervénnyel, valamint a bazális ganglionnal.

A frontális lebeny funkcióját illetően a nézőpontok változtak. Régebb úgy gondolták, hogy az „intelligencia székhelye”, de ma már számos tanulmányban bebizonyították, hogy sérülésekor a klasszikus intelligenciatesztokban nyújtott teljesítmény normális maradhat, akárcsak a perceptuális, nyelvi és memóriafeladatokban. Klinikai megfigyelések azonban azt sugallják, hogy a frontális lebeny sérülésekor nehezebb a mindennapi élethez való alkalmazkodás, mert a frontális sérültek képtelenek megszervezni a mindennapi tevékenységet és az új problémákhoz való alkalmazkodáskor csökkenhet a flexibilitás és a találékonyság. A frontális lebenynek nincs egy egységes funkciója, inkább a frontális rendszer különböző területei felelősek a különböző kognitív és viselkedési funkciókért. Annak ellenére, hogy a frontális sérültek normálisan válaszolnak a környezeti ingerekre, nehézségeik vannak ezen ingerek felhasználásában a viselkedésük irányítása ér-

dekében. Új szituációkban, amikor a már elsajátított készségek és ismeretek nem eléggé sikeresek, jelentős szerepe van a viselkedés hatékonyságának irányításában.

A frontális lebeny ugyanakkor a figyelem több aspektusában is szerepet játszik, és a munkamemória is függ a frontális rendszertől, különösen a figyelemmegosztást irányító Központi Végrehajtó működése. Goldman-Rakic (1992) a munkamemória neurális aktivitásának alapjait vizsgálva kimutatta, hogy egyes sejtek a prefrontális kortexben csak az inger és válasz közti periódusban tüzelnek, bebizonyítva így módon a frontális lebeny szerepét a munkamemóriában. Kimutatták, hogy amikor a munkamemória terhelése meghaladja a rövid távú memória kapacitását, működésbe lép a dorzális prefrontális kéreg is a stratégiai folyamatok közvetítése érdekében (Rypma és D'Esposito, 1999). A frontális lebeny sérülésekor bekövetkező memória-károsodások vizsgálata inkább a tesztelés módjától, mint a memorizálandó anyag természetétől függ. A memóriatartalom úgy tűnik, hogy nem függ a frontális lebenytől, míg a kontextuális információk megőrzése károsodik a frontális sérülteknél. Zavart szenvednek a memória szervezési és stratégiai aspektusai, melyek kódolási, ismétlési és keresési stratégiákban vesznek részt, valamint az emlékezet használatában, a gondolkodásban és a jövőbeli cselekvések tervezésében. Valószínű, hogy a metamemória néhány aspektusa, például a „tudás érzés”, frontális közvetítésű (Janowsky, Shimamura és Squire, 1989). Ugyanakkor nagymértékben részt vesz a viselkedés belső kontrolljában, az ellenőrző figyelmi mechanizmus által, mivel Norman és Shallice (1980) modelljének az Ellenőrző Figyelmi Rendszere (SAS) a frontális lebenyben lokalizálható. A figyelem végrehajtó funkcióját vizsgálva kimutatták, hogy a frontális lebeny középső része, amely magába foglalja az elülső cinguláris tekervényt, részt vesz a végrehajtó figyelemben, megvalósítva a kogníció magasabb szintjein végbemenő kontrollt. A viselkedés kezdeményezésében, de ugyanakkor a célok azonosításában van jelentős szerepe, valamint részt vesz a tervezésben, szervezésben és a célorientált viselkedés memorizálásában (Shallice, 1982). A rendszer zavara esetében éppen ezért a viselkedés rendszertelennek, céltalannak tűnhet. A frontális lebeny sérülteknél károsodik a SAS, és megjelenik a célneglekt, amikor is a betegek figyelmen kívül hagyják a feladat követelményeit, annak ellenére, hogy megértették őket. A dorzolaterális prefrontális kortex, vagy az elülső cinguláris tekervény, olyan specifikus területek, melyek sérülése célneglektet eredményezhet (Duncan, 1996).

A frontális rendszer egy másik nagy funkciója a hangulat és érzelmi szabályozás. A frontális lebeny sérültek hangulata sokkal labilisabb, sokkal gyorsabban válaszolnak érzelmileg frusztrációval vagy haraggal, és kevésbé érzékenyek mások érzelmeivel

és szükségleteivel szemben, egyfajta személyiség-változáson mennek át. Nehézségek lépnek fel a személyközi kapcsolatokban, mert nehezen fogják fel ezeket. Azt is kimutatták, hogy a schizofréneknél a prefrontális cortex nem működik megfelelően. Damasio szerint különösen az orbitofrontális sérülések esetében megszakad a kapcsolat a prefrontális cortex és a limbikus rendszer között, ami a morális ítéletek zavarát eredményezheti.

Kimutatták, hogy a frontális lebeny működésének a hatékonysága csökken az életkorral (Moscovitch és Winocur, 1992).

A frontális lebeny sérülésekor tehát egy „frontális szindróma” jelentkezik, zavart szenvednek a viselkedést monitorizáló funkciók, a kontroll képesség – különösen ha a kontroll belső mentális állapotokon alapszik – a temporális kódolás zavarával csökken az érzékenység a szociálisan jelentős ingerek irányában. A viselkedéses válaszban a perszeveráció, viselkedési rigiditás, feldíszítés és konfabuláció mellett jelentkezik a nem megfelelő figyelemmegosztás, nehézségek adódnak a viselkedés kiválasztásában, impulzivitás áll fenn mivel nem tudják figyelmen kívül hagyni az irreleváns ingert és legátolni az irreleváns választ. Ezek olyan károsodások, amelyek visszafordíthatatlanok, még akkor is, ha a páciens előzőleg normális életet élt. Két probléma nehezítheti meg a frontális lebeny sérülések felmérését: az egységes frontális lebeny szindróma felfogás, valamint az tény, hogy a frontális lebeny diszfunkciójának a megnyilvánulását befolyásolják a patofiziológiai, egyéni és környezeti változók.

Frontális lebeny működésének a felmérése: A frontális lebeny sérülteknél vizsgálták a viselkedést kezdeményező, leállító és változtató képességet a változó ingerek esetében. Több próbát is alkalmaznak a károsodás kimutatására, melyek különösen a monitorizálási és kontroll képességek felmérést célozzák. Itt az egyik legelterjedtebb vizsgálati eljárást emelnénk ki, a *Wisconsin Kártyaszortírozási Teszt*-et (WCST- Wisconsin Card Sorting Test), melyben a vizsgálati személynek kártyákat kell csoportosítani egy általa nem ismert stratégia szerint, mely stratégia a feladat közben – előzetes figyelmeztetés nélkül – megváltozik. Ez a feladat kognitív absztrakciót igényel, valamint válaszflexibilitást, amire a frontális sérültek nem képesek mivel tudnak stratégiát váltani, nehézségeik vannak a releváns információ feldolgozásában, a környezeti feed-back felhasználásában (Anderson, Damasio és Jones, 1991).

Más népszerű neuropszichológiai tesztek a toronyteszt (Hanoi, London, Toronto), az útvesztő tesztek (Porteus) és a fluenciafeladatok (betű, forma). A *Stroop-teszt* különböző változatait is alkalmazták az automatikus válaszról a kontrollált válaszra való átváltás nehézségének a kimutatására (Matter, 1997). Ezek is a tervezési, monitorizálási, kivitelezési képességeket vizsgálják, melyek a frontális lebeny sérülteknél károsodtak. Ezeket a próbá-

kat alkalmazva kimutatták, hogy sok frontális sérültnek kevés rálátása van a problémák mélységének a természetére, hogy túlbecsülhetik viselkedési határaikat, valamint a gátlás hiánya is jelentkezik náluk.

GÁTLÁS ÉS INTERFERENCIA

Az irreleváns vagy interferáló impulzusok gátlása alapvető végrehajtó funkció, amely szükséges a normális gondolkodási folyamatokhoz és a sikeres élethez. Egyesek szerint a normális munkamemória működés az interferáló ingerek elnyomását igényli. A gátló képesség a frontális lebeny érettségére jellemző. A gátló folyamatok működése úgy tárható fel, hogy néhány agysérülés esetében a gátló folyamatok nem eléggé hatékonyak. Neuropszichológiai kutatási eredmények azt sugallják, hogy a választógátlás szétterjedt kortikális aktivációhoz kapcsolódik, aktivációt mutatva ki elsősorban a jobb féltéke középső és alsó frontális tekervényében, a frontális limbikus területen, a cinguláris tekervényben, a szuplementáris motoros területen és az alsó parietális lebenyben (Garavan, Ross és Stein, 1999). A dorzális prefrontális kéreg szerepet játszhat az információk integrálásában és az elkövetkező tevékenység kezdeményezésében. Ez az eredmény megegyezik más embereken és állatokon végzett kutatások eredményeivel, melyek a frontális struktúrák szerepét emelik ki a vizuo-motoros és más kognitív folyamatok gátlásában (Jonides, Smith, Marshuetz, Koepe és Reuter- Lorenz, 1998). Tehát a frontális lebeny funkciói kapcsolódnak az interferenciához, és a viselkedés akaratlagos illetve automatikus kontrolljához (Duncan, 1996).

A munkamemória feladatokban nyújtott teljesítménybeli különbségek, nemcsak a tárolt információ mennyiségével függnek össze, hanem a gátló mechanizmusok hatékonyságával is, melyek segítségével figyelmen kívül hagyjuk az irreleváns információkat. A kontrollfolyamatok fontos szerepet játszanak a releváns információk kiválasztásában és a problémamegoldásban. Feltételezik, hogy a gyenge problémamegoldók tárolási kapacitása nem kisebb csak kevésbé hatékonyan használják, mivel a problémamegoldási képesség összefügg az irreleváns információhoz való hozzáférhetőség csökkenésével (Passolunghi, Cornoldi és De Liberto, 1999).

Megállapították, hogy a negatív priming oka a kritikus itemek figyelmen kívül hagyása és nem a más elemekre való figyelés (Mac Donald és Joordens, 1995).

Az interferenciahatás egyik legismertebb próbája a Stroop-teszt. Kutatásaiban Stroop (1935) arra keres magyarázatot, hogy miért igényel több időt a szín megnevezése, mint a szint jelentő szó kiolvasása. Eredményei alapján kimutatta, hogy az interferencia szakaszban, ha a szót kellett olvasni nem csökkent olyan nagyon a teljesítmény, mint amikor

a szint kellett megnevezni. A Stroop-hatás a figyelmi folyamatok által közvetített konfliktus a szóolvasás szokványos válasza és a szó színének a megnevezése között. Az ebből származó reakcióidő-különbség egyesek szerint a gyakorlattal magyarázható, mások szerint viszont az egyszerű dolgok megnevezése, mint például a színeké, teljesen más asszociációs folyamatokat feltételez, mint a szavak olvasása. Ugyanakkor kimutatható a gyakorlat hatása, valamint nembeli különbségek is a nők javára (Stroop, 1935). A Stroop hatásnak egy újabb magyarázata a szín és a szavak megkülönböztetésében fellépő különbségeket hozza fel (Melara és Mounts, 1993). Egy másik lehetséges magyarázatot a „feldolgozás gyorsasága modell” (MacLeod, 1998) szolgáltatja, mely szerint a szavakat gyorsabban feldolgozzuk, mint a színeket, mivel egyetlen válaszcsatorna van, ahol versengés jön létre a szín és a szó között, melyek közül a szó elsőként elérhető, így az inger irreleváns aspektusát gyorsabban feldolgozzák, mint a relevánsat. Más faktorok is közrejátszhatnak ebben a folyamatban, mint például az inger- válasz inkompatibilitás vagy az elégtelen gyakorlat (Melara, 1993). Kimutatták, hogy a proaktív interferenciára való fogékonyság befolyásolja a memóriafeladatokban nyújtott teljesítményt, vagyis általánosabb szinten az interferencia befolyásolja a kognitív viselkedést a kapacitás által (May, Hasher és Kane, 1999). Az is bizonyítást nyert, hogy a Stroop-effektus, annak ellenére, hogy az automatikus folyamatok prototipikus példája bizonyos körülmények között kontrollálható, és a kontroll lókusza posztlexikális (Tzelgov, Henig és Berger, 1992).

Neuropszichológiai kutatásokban kimutatták, hogy a frontális lebeny sérülteknél nagyobb az interferencia a versengő válaszok között (Lepage és Richer, 1996), és megfigyelhető az idő és téri proaktív interferenciahatás is, mely a prefrontális kéreg által közvetített válaszgátlási mechanizmust tükrözheti (D' Esposito, Postle, Jonides és Smith, 1999). PET vizsgálatokkal legnagyobb aktivációt az első cinguláris kortextben mutattak ki, és ez a feldolgozó folyamatokat a feladat végrehajtásához helyezi közel, viszont máshol is aktivációt figyeltek meg kisebb mértékben, de ez a szétterjedő aktiváció arra utalhat, hogy a Stroop-hatás nem magyarázható meg egyszerűen az inger-kódolás vagy válasz-interferencia terminusaival (Pardo, Janer és Raichle, 1990).

HIPOTÉZISEK

A bemutatott elméleti paradigmákból kiindulva a jelen dolgozatban azt próbáltuk vizsgálni, hogy milyen kapcsolat van a munkamemória és az interferencia között, és ez hogyan függ össze a frontális lebeny sérülésével.

Feltételezzük, hogy az interferencia hatás növekedése összefügg a végrehajtó funkciók hatékonysá-

gának a csökkenésével, ami leginkább a frontális sérült személyek teljesítményében nyilvánul meg.

Az I. kísérletben a következő munkahipo-téziseket vizsgáltuk meg:

1. Az interferenciaérzékeny végrehajtó funkcióinak hatékonysága kisebb, mint az alacsony interferenciát mutató személyeké.
2. Az interferenciahatás nagyobb mértékben jelentkezik a férfiaknál, mint a nőknél.

A II. kísérlet során vizsgált hipotézisek:

3. A frontális sérültek nem mutatnak károsodást a verbális és vizuális funkciók működésében, elmentben a végrehajtó funkciók csökkent hatékonyságával.
4. Az interferencia-hatás nagyobb a frontális sérülteknél, mint az egészséges személyeknél.
5. A frontális sérülteknél a végrehajtó funkciók kevésbé hatékonyan működnek mint az egészséges személyeknél.

I. KÍSÉRLET LEÍRÁSA

Kísérleti személyek: A kísérletben 39 személy vett részt, 16 – 23 év között (átlagéletkor 21 év). Ebből 27 lány és 12 fiú. A személyek a Báthory Líceum diákjai, illetve a Babeş-Bolyai Tudományegyetem filozófia és pszichológia szakos hallgatói.

A Stroop tesztben mutatott teljesítményük alapján ezeket a személyeket három csoportba soroltuk be: alacsony-, közepes- és magas interferenciát mutató személyek csoportja. A normál eloszlás alapján a 39 személyből kiválasztottuk a hét legjobban és a hét leggyengébben teljesítő személyt, akiknél később alkalmaztuk a Wisconsin próbát is.

Azt a csoportot, ahol az interferencia alacsony volt ($m=7,9$), független t-tesztel összehasonlítottuk a magas interferenciát mutató csoporttal ($m=23$), annak vizsgálatára, hogy a különbség nagysága indokolja-e a felosztást. A kapott eredmények szerint szignifikáns különbség ($t=11,98$; $p<0,001$) van a két csoport között.

Eszközök: A kísérletben alkalmaztuk a Stroop-tesztet az interferencia vizsgálatára, négy táblával: az első kettőn a két alapidimenzió (jelentés és szín) külön-külön, a harmadikon megegyezik a szín és jelentés, a negyediken viszont ez a két alapidimenzió eltérő. Mindegyik tábla 30 itemből, három szín egyenlő arányú felhasználásával.

A végrehajtó funkciók vizsgálatára a Wisconsin Kártyaszortírozási feladat (WCST) módosított változatát alkalmaztuk. A kártyák három kritérium szerint csoportosíthatóak, mindegyik három változattal: szín (piros, kék, zöld), forma (kör, háromszög, kereszt) és mennyiség (egy, kettő vagy három alakzat).

Eljárás: Először a Stroop-tesztet alkalmaztuk, minden személynél külön, a táblákat a következő

sorrendben bemutatva: jelentés alapidimenzió tábla (szavak olvasása), szín alapidimenzió (szín megnevezése), megegyező szín és jelentés tábla (szavak olvasása) és eltérő szín és jelentés tábla (első fázisban szavak olvasása, másodikban a szín megnevezése). Az interferencia mértékét a negyedik tábla szín megnevezése és az első tábla időbeli teljesítménykülönbségéből számoltuk ki. Az interferencia nagyságának függvényében három csoportot alakítottunk ki: alacsony-, közepes és magas interferenciájú csoportok.

A kísérlet második fázisában az alacsony- és a magas interferenciájú csoportnál alkalmaztuk a Wisconsin próbát a problémamegoldás és a stratégiaváltás vizsgálatára, egyéni tesztfelvétel során, a következő instrukcióval:

„Kártyákat kell csoportosítanod egy bizonyos szabály szerint. A kártyákon különböző formák vannak: kör, háromszög és kereszt, különböző számban, egy, kettő vagy három alakzat jelenik meg minden kártyán. Egyesek közülük pirosak, mások kékek vagy zöldek. A három lehetséges csoportosítási szabály: a forma, szín, mennyiség. A szabályt én fogom meghatározni, neked ki kell találnod azokból

az igen- nem visszajelzésekből, melyeket a szortírozás során adok. A te feladatod az, hogy minél kevesebb visszajelzés alapján próbáld alkalmazni a megfelelő szabályt. Most egy próbát végzünk, ha megértetted, akkor kezdhetjük.”

A stratégiákat minden személynél meghatározott sorrendben alkalmaztuk: szín, forma, mennyiség egészen addig, míg elfogytak a kártyák. A szabályt tíz helyes egymásutáni válasz után változtattuk meg anélkül, hogy előzetesen figyelmeztettük volna a személyt.

AZ ADATOK FELDOLGOZÁSA ÉS ELEMZÉSE

A Stroop- hatás és a Wisconsin próba teljesítményeit összehasonlítottuk független t-tesztrel az alacsony és a magas interferenciát mutató személyeknél. Az eredmények nem utalnak szignifikáns különbségre a két csoport között ($t=-0,62$; $p>0,05$).

A nemek közötti különbséget a Stroop tesztben mind a 39 személynél vizsgáltuk. A nők átlagos teljesítménye jobb volt mint a férfiaké, de ez a különbség nem mutatkozott szignifikánsnak ($t=0,63$; $p>0,05$).

Csoportok	t-próba	p
Alacsony/ magas interferenciát mutató személyek Wisconsin teljesítménye	-0,62	$p>0,05$
Nemek közötti különbségek a Stroop tesztben	0,63	$p>0,05$

1. táblázat: Az I. kísérlet eredményeinek összefoglalása

AZ EREDMÉNYEK ÉRTELMEZÉSE

Az eredmények nem támasztják alá azt a feltételezést, hogy az alacsony interferenciát mutató személyek jobban teljesítenének a Wisconsin próbában, mint az interferencia-érzékeny személyek. Ez részben azzal is magyarázható, hogy a Wisconsin próbát kevés személlyel vettük fel, és az eredményeket nagymértékben befolyásolták az egyéni eltérések, valamint a lehetséges zavaró külső tényezők.

Ahhoz, hogy a nemek közötti különbségekre vonatkozó hipotézist pontosabban tudjuk vizsgálni, több személy felmérésére lenne szükség, viszont az sem kizárt – és az eredményeink ezt sugallják –, hogy az interferencia nagysága nem függ a nemek közötti különbségektől.

II. KÍSÉRLET LEÍRÁSA

Kísérleti személyek: A II. kísérletben az előző személyek mellett, két agykárosodást szenvedett kísérleti alany vett részt (mindkettő nőnemű), a kolozsvári Rehabilitációs Klinika neurológiai osztályáról.

- L. I. 46 éves CT-n (Komputerizált Tomográf) kapott eredményei azt mutatják, hogy az agykéreg elülső része károsodott, különösen a bazális

magvak és a bal frontális lebeny szintjén, valamint megfigyelhető az agyér sorvadása is.

- M. A. 56 éves, nála az első agyi osztoér károsodott, a cinguláris tekervény nagyfokú károsodásával, a frontális lebenyt is érintve.

Eszközök: Az agysérült személyek emlékezeti funkcióinak a vizsgálatára egy általunk összeállított verbális-vizuális memóriapróbát alkalmaztunk úgy, hogy lehetőleg a Fonológiai Hurok és a vizuális emlékezet funkcióit vizsgálja, és minél kisebb mértékben vegye igénybe a Központi Végrehajtót. A feladatokat részben Lurija neuropszichológiai emlékezeti tesztjéből válogattuk, de alkalmaztuk Wechsler számismétlés- próbáját is, valamint egy általunk összeállított vizuális ingereket tartalmazó kártyafelismerési feladatot (lásd. 1. melléklet).

A memóriapróbákon kívül az agysérülteknek is alkalmaztuk a Stroop-tesztet és a Wisconsin Kártyaszortírozási feladatot.

Eljárás: Először alkalmaztuk a memóriapróbákat, majd a Stroop- tesztet és a Wisconsin I. Kísérletben bemutatott instrukciókkal.

AZ ADATOK BEMUTATÁSA ÉS ELEMZÉSE

Az agysérült személyeknél emlékezeti próbákat alkalmaztunk, annak megállapítására, hogy károsodtak-e náluk verbális és vizuális funkciók. Ezeket

a próbákat úgy választottuk, hogy feltételezhetően ne vegyék igénybe a központi funkciókat. Összehasonlítva az emlékezeti próbák hibaarányát az egészséges és agysérült személyeknél, az eredmények alátámasztják azt a hipotézisünket, mely szerint a

verbális munkamemóriát és a Fonológiai Hurkot igénylő feladatok esetében nem csökken a teljesítmény, nem mutatható ki szignifikáns különbség a két csoport között a hibák számát illetően (2. táblázat).

Csoportok	Hibák átlaga	t próba	p
Egészséges személyek	2,00	-17,521	0,126
Agysérültek	4,50		

2. táblázat: Egészséges és agysérültek emlékezeti teljesítménye

A Stroop-tesztben kapott interferencia nagysága az agysérült (átlag=38,52) és egészséges személyeknél (átlag = 15, 75) szignifikáns eltérést mutat $p < 0,05$ küszöbnél

A következő lépésben összehasonlítottuk a Wisconsin próba teljesítményeit ugyancsak az egészséges és az agysérült személyek esetében. A két csoport között szignifikáns különbséget találtunk $t = 5,274$, $p < 0,01$ szinten, tehát az agysérültek Wisconsin teljesítménye jóval alacsonyabb, mint az egészséges személyké.

ANOVA-t alkalmazva szignifikáns különbséget mutattunk ki az alacsony és magas interferenciájú,

valamint az agysérült személyek esetében a Wisconsin próba teljesítményében: $F = 4,878$, $p = 0,026$. Ahhoz, hogy megvizsgáljuk, hogy mely csoportok között mutatható ki ez a teljesítménybeli különbség, páros t-tesztet alkalmaztunk (3. táblázat). Az eredmények azt jelzik, hogy a különbség nem szignifikáns az alacsony és a magas interferenciájú csoportok között ($t = 0,091$, $p = 0,92$), viszont a magas interferenciájú csoport és a frontális sérültek teljesítménybeli különbsége jelentős ($t = 4,932$, $p = 0,01$)

Csoportok	Átlag	t-próba	p
Kis interferencia	13,00	0,091	0,92
Nagy interferencia	12,42		
Frontális sérülés	39,50	4,932	0,01

3. táblázat: Wisconsin- teljesítmény összehasonlítása a három csoportnál

AZ EREDMÉNYEK ÉRTELMEZÉSE

Az eredmények alátámasztják azt a feltételezést, miszerint a frontális sérültek munkamemória teljesítménye függ a feladat típusától, és a frontális sérülés a Központi Végrehajtó kevésbé hatékony működésében nyilvánul meg. Ezt alátámasztja a Wisconsin próbában kapott teljesítménykülönbség az egészséges és az agysérült személyek között. A frontális sérülés feltételezhetően nem károsítja számottevően a munkamemória másik két alrendszerét, amit a frontális sérültek egészséges személyekhez hasonló emlékezeti teljesítménye bizonyít.

A kapott szignifikáns interferenciakülönbség azt jelzi, hogy a frontális sérülteknél a Stroop-hatás nagyobb, mint az egészséges személyeknél. Ez valószínűleg azzal magyarázható, hogy az interferencia gátlása a frontális lebeny közvetítésével valósul meg. Ebből értelemszerűen következik, hogy a frontális sérülés következtében az agysérültek teljesítménye nem lehet olyan jó, mint azon személyké, akiknél ilyen jellegű károsodás nem áll fenn. A reakcióidő különbsége mellett kimutatható az is, hogy a frontális sérültek (átlag hiba = 6) számottevően többször hibáznak, mint az egészséges személyek, akik csak

ritkán tévednek és közülük is főként azok, akik interferencia-érzékenyek.

Kísérleti eredmények alapján csak az interferencia-érzékeny személyek és a frontális sérültek között kaptunk jelentős teljesítménybeli különbséget a Wisconsin próbában. Ennek oka, hogy a frontális sérülés sokkal nagyobb mértékben befolyásolja a Központi Végrehajtó működésének a hatékonyságát, mint a csökkent interferencia-gátlási képesség. Ehhez még hozzájárul az is, hogy a Wisconsin próbát kevés egészséges személlyel végeztük el, így az eredmények kevésbé reprezentatívak. Egy másik lehetséges hibaforrás a neuropszichológiai kutatásokban fellépő módszertani nehézség, éspedig az, hogy csak két frontálisan sérült személlyel dolgoztunk, így az egyéni különbségek nagyobb mértékben befolyásolják az eredményeket

MAGYARÁZATOK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A jelen kísérletben kimutatható, hogy az interferencia növekedése kapcsolatban van a végrehajtó funkciók hatékonyságának csökkenésével, ami leginkább a frontális lebeny sérülteknél mutatkozik meg, viszont ezt az összefüggést nem sikerült kimutatni azoknál az egészséges személyeknél, akik-

nél az interferencia nagysága különbözött. Az eredmények általánosításakor azt is figyelembe kell venni, hogy kis létszámú csoportokkal dolgoztunk.

Az erre vonatkozó szakirodalom alátámasztja, hogy a végrehajtó funkciók hatékonysága függ a frontális lebeny működésétől (Jonides et al., 1996), aminek a funkciói az interferenciához is kapcsolódnak (Duncan, 1996).

Eredményeink azzal magyarázhatóak, hogy a Wisconsin próba teljes megértéséhez és megoldásához szükséges egy mentális reprezentáció létrehozása, mely igénybe veszi a munkamemória kapacitását, különösen a Központi Végrehajtó funkcióit, ezért nyilvánvaló a frontális sérültek rosszabb teljesítménye. A problémamegoldás nemcsak bizonyos információk megőrzését igényli, hanem azok kontrollját is, mert megvizsgálja az információkat a relevancia szempontjából is, és ennek függvényében választjuk ki vagy gátoljuk le, illetve integráljuk és használjuk fel az ezeket. Ha nehézség van a kiválasztásban és az előzetes információ gátlásában (a gátlóképeség gyenge), akkor interferencia jön létre. A frontális sérülteknél ezek a kontrollfolyamatok károsodnak, mely teljesítménycsökkenéshez vezet. Ezek a személyek nem tudják felhasználni a külvilágból kapott információkat a viselkedésük irányítása valamint a problémamegoldás érdekében, ami bizonyítást nyert a kísérlet során, mivel a Wisconsin próbában egyik frontális sérült személy sem tudta felhasználni a visszajelzőként kapott információt, próba-szerencse stratégiát alkalmazva próbálták megoldani a feladatot. Mind az agysérültek, mind a gyengén teljesítő személyek kevésbé tudták figyelmen kívül hagyni a nem lényeges információkat. Ez a Stroop-tesztnél a nagyobb reakcióidőben, a Wisconsin próbánál stratégiaváltási nehézségekben nyilvánult meg, ellentétben azokkal, akik képesek voltak figyelmüket a releváns elemekre összpontosítani. Feltételezhető, hogy az interferencia-érzékeny

személyek képesek voltak aktiválni a releváns információkat, viszont ez az aktivációs szint nem volt olyan magas, mint az alacsony interferenciát mutató személyeknél. Az eredmények megmagyarázhatóak az output interferencia fogalmaival (Brainard és Reyna, 1988), a nehézség nem az információ kódolásakor lép fel, hanem a munkamemóriában levő válaszlehetőségek kiválasztásában.

Egy másik lehetséges magyarázat szerint a frontális lebeny sérülése és a magas interferencia egyaránt egy célgyengülési folyamatot tükröznek, vagyis ezek a személyek nem figyelnek a feladat követelményeire, annak ellenére, hogy megértik ezeket, és viselkedésükben figyelmen kívül hagyják a célt (Duncan, 1996). A frontális sérültek, és az interferencia-érzékeny személyek, akiknél jelentkezik a célneleglek, feltehetően jobban teljesítenének a feladatmegoldásban, ha azt lebontanánk részeire, és a verbális utasítások explicitebb megfogalmazása segítene a pontosabb stratégia kidolgozásában. Ezt figyelembe véve, olyan segítő eljárásokat lehetne kidolgozni a frontális lebeny sérültek és a célneleglek számára, melyek megkönnyíthetnék a viselkedés irányítását és a célok figyelmesebb követését.

A dolgozat általános hipotézisének pontosabb kivizsgálása és a hibák kiküszöbölése érdekében, ajánlatos lenne megismételni a kutatást több személlyel, és ezt kiterjeszteni az életkortól függő változások vizsgálatára is. Mivel a frontális lebeny működésének a hatékonysága függ az életkortól, további kutatásra vár olyan személyek felmérése, akiknél ezen agyi terület funkciója csökkentett: a frontális sérültek mellett a gyerekek és idős személyek összehasonlítása egészséges felnőttek csoportjával.

További vizsgálatok tárgyát képezhetik a gátló folyamatok változatos típusai, melyeket a frontális kéreg közvetít, valamint ezeknek a gátló folyamatoknak a szerepe a kognitív feladatokban.

IRODALOMJEGYZÉK

- Baddeley, A. (1981). The concept of working memory: A view of its current state and probable future development. *Cognition*, 10, 17-23.
- Baddeley, A. (1993). Working memory or working attention? In A. Baddeley & Z. L. Weiskrantz (Eds.), *Selection, Awareness and Control*, Clarendon Press, Oxford, 152-170.
- Baddeley, A. (1992). The fractionation of working memory. *Science*, 225, 556-559.
- Brega, A. G. & Healy, A. F. (1999). Sentence Interference in the Stroop Task. *Memory and Cognition*, 27, 768-778.
- Budd, D. & Whitney, P. (1995). Individual differences in working memory strategies for reading expository text. *Memory and Cognition*, 23,
- Bunge, S. A., Klineberg, T., Jacobsen, R. B. & Gabrieli, J. D. E. (2000). A resource model of the neural basis of executive working memory. *Proceedings of the National Academy of Science*, vol.97, Issue 7, 3573-3578.
- Casey, P. J. (1993). "That Man's Father Is My Father's Son. The Roles of Structure, Strategy and Working Memory In Solving Convolved Verbal Problems. *Memory and Cognition*, 21, 506-518.
- Damasio & Anderson (1993). The Frontal Lobes. In Heilman, K. M. & Valenstein, E. (Eds.) *Clinical Neuropsychology*, Oxford University Press, N.-J., Oxford.

- D'Esposito, M., Postle, B.R., Jonides, J. & Smith, E. E. (1999). The neural substrate and temporal dynamics of interference effects in working memory as revealed by event-related functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Science*, 96, 13, 7514-7519.
- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R. & Freer, C. (1996). Intelligence, and the Frontal Lobe: The Organisation of Goal-directed Behaviour. *Cognitive Psychology*, 30, 257-303.
- Ellis, A. W. & Young A. W. (1996). Human Cognitive Neuropsychology. *A Textbook with Readings*. Psychology Press, 271-310.
- Gabrieli, J.D. E., Poldrack, R. A. & Desmond, J. E. (1998). The role of left prefrontal cortex in language and memory. *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 95, Issue 3, 906-913.
- Garavan, H., Ross, T. J. & Stein, E.A. (1999). Right hemispheric dominance of inhibitory control: An event-related functional MRI study. *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 96, Issue 14, 8301-8306.
- Goldman-Rakic, P. S. (1992). Regional and cellular fractionation of working memory. *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 24, Issue 2, 405-412.
- Grafman, J. (1994). Neuropsychology of the Prefrontal Cortex. In D. W. Zaidel (Ed.), Academic Press, Inc.
- Gravan (1998). Serial attention within working memory. *Memory and Cognition*, 26, 263-276.
- Hanley, J. R., Young, A. W. & Pearson, N. A. (1996). Impairment of the Visuo-Spatial Sketch Pad. In Ellis, A. W. & Young A. W. (Eds.), *Human Cognitive Neuropsychology. A Textbook with Readings*. Psychology Press, 395-432.
- Jonides, J., Smith, E. E., Marshuetz, C., Koeppe, R. A. & Reuter-Lorenz, P. A. (1998). Inhibition in verbal working memory revealed by brain activation. *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 95, Issue 14, 7410-7413.
- Lepage, M. & Richer, F. C. (1996). Inter-response interference contributes to the sequencing deficit in frontal lobe lesions. *Brain*, 119, 4, 1289-1295.
- Leung H., Skudlarski, P., Gatenby, J. C., Peterson, B. S. & Gore J. C. (2000). An Event-related Functional MRI Study of the Stroop Colour Word Interference Task. *Cerebral Cortex*, Vol. 10, No. 6, 552-560.
- Mac Donald, P. A., Joordens, S. & Seergobin, K. N. (1999). Negative priming effect that are bigger than a breadbox: Attention to distractors does not eliminate negative priming, enhances it. *Memory and Cognition*, 27, 197-207.
- MacLeod, C. M. (1998). Training in Integrated Versus Separated Stroop Tasks. The Progression of Interference and Facilitation. *Memory and Cognition*, 26, 201-212.
- MacLeod, C. M. & Hodder, S. L. (1998). Presenting Two Incongruent Colour Words on a Single Trial Does not Alter Stroop Interference. *Memory and Cognition*, 26, 212-224.
- Melara, R. D. & Mounts, J. R. W. (1993). Selective attention to Stroop dimensions: Effect of baseline discriminability, response mode and practice. *Memory and Cognition*, 21, 627-645.
- Martin-Loeches, M., Schweinberger, S.R. & Sommer, W. (1997). The phonological loop-model and phonological similarity effect. *Memory and Cognition*, 25, 471/483.
- Matter, C. A. (1997). Rehabilitations of Individuals with Frontal Lobe Impairment. In J. Leon-Carrion (Ed.), *Neuropsychological Rehabilitation Fundamentals. Innovations and Directions*, Gr/St. Lucie Press, Delroy Beach.
- May, C. P., Hasher, L. & Kane, M. J. (1999). The role of interference in memory span. *Memory and Cognition*, 25, 759-767.
- Milner, B. & Petrides, M. (1992). Behavioural effect of frontal-lobe lesions in man. In S. M. Kosslyn & R. A. Anderson (Eds.), MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Moscovitch, M. & Winocur, G. (1992). Frontal lobes and memory. In L. R. Squire (Ed.), *Encyclopedia of Learning and Memory*, Macmillan Publishing Company, N. Y.
- Pardo, J. ZV., Pardo, P. J., Janer, K. W. & Raichle, M.E. (1990). The Anterior Cingulate Cortex Mediates Processing selection in the Stroop Attentional Conflict Paradigm. *Proceedings of the National Academy of Science*, 87, 256-259.
- Passolunghi, M. C., Cornoldi, C. & DeLiberto, S. (1999). Working memory and intrusions of irrelevant information in a group of specific poor problem solvers. *Memory and Cognition*, 27, 779-790.
- Pechmann, T. & Mohr, G. (1992). Interference in memory for tonal pitch. Implications for a working memory model. *Memory and Cognition*, 20, 314-320.
- Racsmány M. (2000). A munkamemória szerepe a megismerésben. *Erdélyi Pszichológiai Szemle*, 2, 29-49.
- Rypma, B. & D'Esposito, M. (1999). The roles of prefrontal brain regions in components of working memory: Effects of memory load and individual differences. *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 96, Issue 11, 6558-6563.
- Schneider, W. (1993). Varieties of working memory in biology and in connectionist/control architectures. *Memory and Cognition*, 221, 184-192.
- Shallice, T. & Burgess, P. (1993). Supervisory control of action and thought selection. In A. Baddeley & Z. L. Weiskrantz (Eds.), *Selection, Awareness and Control*, Clarendon Press, Oxford, 172-187.
- Smith, E. E. & Jonides, J. (1998). Neuroimaging analysis of the human working memory. *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 95, Issue 20, 12061-12068.
- Smith, M. M., & Scholey, K. A. (1994). Interference in immediate spatial memory. *Memory and Cognition*, 22, 1-13.
- Stroop, R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*
- Towse, N., J., & Hitch, J., G., & Hutton, U. (2000). On the interpretation of working memory span in adults. *Memory and Cognition*, 28, 341-348.

- Tzelgov, J., Henrik, A. & Berger Jaqueline (1992). Controlling Stroop effects by manipulation expectations for colour words. *Memory and Cognition*, 20, 727-735.
- Washburn, D.A. & Astur, R.S. (1998). Nonverbal working memory of humans and monkeys: Rehearsal in the sketchpad? *Memory and Cognition*, 26, 277-286.
- West, R. (1992). Visual distraction, working memory, and aging. *Memory and Cognition*, 27, 1064-1072.
- Wilson, M. & Emmorey, K. (1997). A visuospatial „Phonological loop” in working memory: Evidence from American Sign Language. *Memory and Cognition*, 25, 313-320.
- Zbrodoff, N. J. & Logan, G. D. (2000). When it hurts to be misled: A Stroop-like effect in a simple addition production task. *Memory and Cognition*, 28, 1-7.

1. MELLÉKLET

MEMÓRIAPRÓBÁK AZ AGYSÉRÜLT SZEMÉLYEK VIZSGÁLATÁRA

1. Hét kártyát fogok mutatni önnek, melyeken képek vannak. 5 másodpercig nézheti mindeniket, majd elveszem. Ezután ismét képeket fogok mutatni, melyek közül egyesek megegyeznek az előbbiekkal, mások nem. Az ön feladata, hogy felismerje azokat, melyeket már előzetesen látott.
2. Most néhány számot mondok. Figyeljen jól, és ismételje meg, hogyha befejeztem.

Sorozat

3-8-6
3-4-1-7
8-4-2-3-9
3-8-9-1-7-4
5-1-7-4-2-3-8
1-6-4-5-9-7-6-3
5-3-8-7-1-2-4-6-9

3. Három különböző helyzetben látja majd a kezem. Emlékeznie kell, milyen pózban volt, mert ha kérem, önnek is meg kell csinálnia ugyanezeket. (mindenik pozíciót 2-2 másodpercig mutatjuk).
4. Most egy kártyát fogok önnek mutatni. 5 másodperce lesz arra, hogy megjegyezze, mert aztán elveszem. Szeretném, ha elismételné a szavakat, amiket a kártyára írva látott, miután visszaveszem (ház, hold, utca, fiú, víz).

Most két mondatot mondok önnek, szeretném, ha megjegyezné ezeket. „A nap Keleten kel fel.” Kérem, ismételje meg. „Májusban virágoznak az almafák.” Kérem, ismételje meg. Mi volt az első mondat? Mi volt a második mondat?